

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04028836 A**

(43) Date of publication of application: **31.01.92**

(51) Int. Cl

C22C 9/00

// B22F 1/00

C22C 1/04

(21) Application number: **02134183**

(22) Date of filing: **25.05.90**

(71) Applicant: **TAIHO KOGYO CO LTD**

(72) Inventor: **OHASHI TERUO
TANAKA YASUHISA**

(54) SLIDING MATERIAL

(57) Abstract:

PURPOSE: To reduce the wear amt. in a sliding material into a low one and to provide it with high loading capacity, by constituting a sliding material of a Cu base sintered alloy contg. Pb, In, Bi and Tl and letting the above Pb, etc., form a film as quasi-flaky fine grains.

CONSTITUTION: This sliding material is constituted of a sintered alloy contg. 5 to 60% soft metals of elements such as Pb, In, Bi and Tl having low solid soln. degree to Cu. The metals such as Pb are distributed into a Cu

matrix as substantially quasi-flaky fine grains having $\leq 10\mu\text{m}$ average grain size and show conformability, lubricity or the like. If required, the above compsn. is incorporated with $\leq 15\%$ Sn. The soft metals such as Pb form a film on the approximately whole face of the sliding face with the mating member under a boundary lubricating condition in the use. This sliding material is suitable for a bearing material for a high load-high output internal combustion engine and a bearing material used in a boundary lubricating area.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑭公開特許公報(A)

平4-28836

⑮Int.Cl.⁵

C 22 C	9/00
// B 22 F	1/00
C 22 C	1/04

識別記号

府内整理番号

⑯公開 平成4年(1992)1月31日

E	8015-4K
B	8015-4K
	7619-4K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑭発明の名称 摺動材料

⑭特 願 平2-134183

⑭出 願 平2(1990)5月25日

⑭発明者 大橋 照男 愛知県小牧市大字二重堀675番地37

⑭発明者 田中 靖久 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内

⑭出願人 大豊工業株式会社 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地

⑭代理人 弁理士 村井 卓雄

明細書

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、内燃機関のメインシャーナル軸受、コンロッド軸受などの滑り軸受、一般機械要素としてのブッシュなどに使用される摺動材料に関するものである。さらに詳しく述べるならば本発明は銅を主成分として、鉛、インジウムなどの軟質金属を添加元素とした銅系焼結摺動材料に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、上記用途に使用される摺動材料は銅・鉛系ケルメット合金が一般的であるので、以下この銅・鉛合金の例を主として説明する。

従来、銅・鉛合金のバイメタル材は水またはガスアトマイズ法で作った粉末を鉄板上に散布し還元雰囲気中で焼結して製造されていた。すべり軸受材料として使用される銅・鉛合金は銅に固溶しない鉛との合金であるために、鉛は一種の介在物として働くため、その分布状態は微細であるほど負荷能力を向上させることは容易に推定される。

1. 発明の名称

摺動材料

2. 特許請求の範囲

1. Pb, In, Bi, Tl から選択された一種以上の成分を 5~60% 含有し、残部が Cu および不可避的不純物からなる焼結合金から構成され、前記 Pb, In, Bi, Tl などが平均粒径 10 μm 以下の実質的に擬片状の微細粒子として分散しており、境界潤滑条件下で相手軸との摺動面略全面で皮膜を形成することを特徴とする摺動材料。

2. Pb, In, Bi, Tl から選択された一種以上の成分を 5~60%、および Sn を 15% 以下含有し、残部が Cu および不可避的不純物からなる焼結合金から構成され、前記 Pb, In, Bi, Tl などが平均粒径 10 μm 以下の実質的に擬片状の微細粒子として分散しており、境界潤滑条件下で相手軸との摺動面略全面で皮膜を形成することを特徴とする摺動材料。

しかし従来法では Pb 相の大きさには粉末の凝固速度により定められる微細化の限界があり、焼結温度や時間の条件の工夫をしても十分な微細化焼結組織は得られない。

近年自動車用エンジンを始めとして内燃機関の性能は著しく向上し、その分、軸受への負荷も非常に厳しくなっている状況ではより高負荷に耐える軸受として銅鉛合金では鉛の分布をより微細なものにすることが求められるようになった。

銅・鉛合金軸受材料において銅マトリックス内に分散した鉛相が潤滑金属として作用することは良く知られているが、鉛の分布が微細な方がよいのか、粗い方がよいのかについて賛否両論あり、明解な答えはまだ得られていない。

銅・鉛焼合金の鉛層を微細化することを開示する特許として米国特許第4,818,628号がある。この特許では、焼結を、誘導加熱により650°C以上で行う第1段加熱と、850°C程度で炉内で行う第2段加熱とにより行い、鉛粒径が平均で8μm以下、最大鉛粒径が44μm以下の

達成は出来ない。

(課題を解決するための手段)

本発明は、上記したような従来の焼結摺動材料の性能を大幅に改良するものであり、Pb, In, Bi, Ti から選択された一種以上の成分を5~60%含有し、残部がCuおよび不可避的不純物からなる焼結合金から構成され、前記 Pb, In, Bi, Ti などが平均粒径10μm以下の実質的に擬片状の微細粒子として分散しており、境界潤滑条件下で相手軸との摺動面略全面で皮膜を形成することを特徴とする。

さらに本発明は Pb, In, Bi, Ti から選択された一種以上の成分を5~60%、およびSnを15%以下含有し、残部がCuおよび不可避的不純物からなる焼結合金から構成され、前記 Pb, In, Bi, Ti などが平均粒径10μm以下の実質的に擬片状の微細粒子として分散しており、境界潤滑条件下で相手軸との摺動面略全面で皮膜を形成することを特徴とする。

以下、本発明の構成を説明する。

微細組織を得ることが提案されている。この米国特許では原料粉末は、147μm以下のものが好ましいとされており、粉末の製法は言及されておらないが、この粉末のサイズを考慮すると一般的なガスもしくは水アトマイズ法であると考えられる。また、上記米国特許第4,818,628号は、腐食の発生、進展がオーバレイのクラックから始まってケルメット中の鉛相に達する時、鉛相が粗いと鉛相での腐食の進展が起こりやすいことからケルメット地の鉛相を微細にすることを提案している。

(発明が解決しようとする課題)

本発明者はアトマイズ合金粉をできるだけ微細化し、また焼結条件を工夫して結晶粒成長の抑制しつつ焼結を行って銅・鉛焼結体を作成し、その組織を観察し、以下の知見を得た。すなわち、焼結体中の鉛相は銅マトリックスの粒界に沿って凝固した網状形状が残っている。このような組織を有する焼結体の性能は微細化により多少の向上が見られるが、従来の性能を大幅に凌駕する性能の

先ず本発明の摺動材料の組成を説明する。本発明に係る摺動材料は Pb, In, Bi, Ti などの Cu に対する固溶度が少ない元素を軟質金属として含有する。これらの金属は Cu マトリックス中に分布してなじみ性、潤滑性などを發揮する。軟質金属の含有量が 5%（百分率は特に断らない限り重量%である）未満であると上記の性能が不十分となり、一方含有量が 60%を超えると銅・鉛合金の強度が不十分になり負荷能力が不十分となる。また、後述するように本発明においては Pb, In などの相は微細な形状で密集していることに関連して Pb, In, Bi, Ti などの含有量が 5%未満であると軟質相が孤立し、散開して分散し、本発明による鉛等の連続層を摺動面に形成する効果を奏することができないので、上記した下限含有量 5%以上の添加が必要である。軟質金属の含有量は特に耐疲労性・高負荷用の目的では好ましくは 5~30%、より好ましくは 8~25%とするとよく、また境界潤滑用の目的では、好ましくは 20~60%、より好ましくは

3.0～5.0%とするとよい。

上記した軟質金属の残部はCuおよび不純物である。Cuはマトリックスとして上記した軟質金属を均一微細に分布させ、強固に支持するとともに摩擦により発生した熱を逃がす熱の良導体の役割を担う。

ここで、従来のアトマイズ粉焼結ではPbの含有量を高くすると材料自体の強度が低くなり、耐疲労性に劣り、高負荷用としては十分な使用には耐えないが、本願の如く、メカニカルアロイング法による粉末の焼結体ではCu地自体が強化されるため高Pb含有量が採用できる。この高PbがCuに比べ廉価のため材料コストの点でも有利となる。

次に上記組成でさらにSnを1.5%以下添加することができる。SnはCu地を固溶強化する成分であり、1.5%を超えると固溶限を超えた過剰金属間化合物によりCu地を逆に脆くしてしまう。好ましくは0.5～1.2%のSn含有量がよい。

ない、長い形状であり、球状のように縦横比率が略同等でない)が、ぎざぎざした形状、小さい突起を有する形状、局部的に太くなっている形状、末端が枝別れした形状などの不規則形状があるので「擬」片状と称する。

本発明の鉛相は寸法が平均寸法が1.0μm以下である。鉛相の平均寸法1.0μm以下は上述の擬片状組織とともに本発明による鉛皮膜形成作用を奏するために必要な条件である。これらの条件が満たされると、従来の網状鉛相はCu結晶粒界を取り巻いているので、通常2.0～4.0μmの铸造凝固したCu相の粒径とほぼ同じ間隔で鉛相が分散して分散している。本発明においては鉛相は铸造組織では得られない擬片状であるので、アトマイズ粉よりも鉛相は過かに密集しており、鉛相の平均間隔が過かに狭くなっている。

以上鉛相を例をとって本発明の組織を説明したがインジウム、ビスマス、タリウムなどが添加元素である場合にもメカニカルアロイング法により銅が硬質金属として、インジウムなどが延性金属

上記した成分以外にSb, Fe, Ni, Mnなどを硬質成分として各5%以下の少量を添加することができる。これらの硬質成分は分散強化によって焼結体を強化し、負荷能力を高める。さらに、Cu系摺動材の公知の副成分を適宜、例えばPを1%以下、好ましくは0.001～0.5%添加してもよい。

以下、本発明が最も特徴とする焼結組織を説明する。

従来の銅・鉛合金においては铸造状態の鉛相が残存するか、あるいは焼結中に鉛相が再溶融して銅の結晶粒界に沿って再分布しており、網状に分布していた。しかし本発明による鉛相はこのような铸造・再溶融組織の痕跡がなく、擬片状を呈している。このような組織は従来銅・鉛合金では類似した例がなく、铸鐵においてMg添加した球状黒鉛と通常のねずみ铸鐵の片状黒鉛の中間形状の黒鉛に見られる(日本金属学会編「改訂5版、金属便覧」第597頁参照)。この擬片状鉛相は一般的な形状としては片状である(網状形態を有し

として作用し、kneading効果によりインジウムなどが光学顕微鏡では検出できないほど微細に分散した組織を作ることができる。なお、本願で言うメカニカルアロイング法とは、狭義のメカニカルアロイングとメカニカルグラインディングの総称である。

上記した組織を作るためにはメカニカルアロイング法などの超微細組織を作る方法により得た粉末を焼結することが必要である。かかる方法により得た粉末の表面は非常に活性であるので、焼結を行う際には焼結雰囲気条件の点に注意しなければならない。焼結は、裏金上の一次焼結、一次焼結粉の裏金への圧下、および二次焼結のプロセスで行うことができる。

以下、メカニカルアロイング粉焼結材に例をとつて本発明をさらに説明する。

[作用]

一定時間摺動させたメカニカルアロイング粉焼結材とアトマイズ粉焼結材の摩擦面の観察を行ったところ、アトマイズ粉焼結材の摺動試験後の表

面は銅・マトリックスの金属光沢を呈しているが、メカニカルアロイング粉焼結材の方は摩擦方向に延びた黒い縞模様が帯状に何本も観察された。この黒い縞模様の境界部分を電子顕微鏡観察、鉛のライン分析およびEPMAの観察結果からメカニカルアロイング粉焼結材に現れる黒い縞模様は鉛で、それが摩擦方向に表面を覆っていることが分かった。

ケルメット合金で鉛が表面にしみ出してくることは一般に知られていることであるが、従来のアトマイズ粉焼結材では今回のメカニカルアロイング粉焼結材のように摩擦面全面のかなりの部分を覆うほどにはならなかった。

今回の摺動試験は潤滑油として粘度の低い灯油を用いており、速度も0.5 m/sと遅いので実験は境界潤滑領域で行われている。したがって軸と試験片とが固体接触する部分が存在し、その部分で鉛がしみだしたと考えられる。

メカニカルアロイング粉焼結材とアトマイズ粉焼結材とでは基地での鉛の分布状態が異なるた

0% PbとPbを多くした場合)までにしかならない。

一方、本願の如くメカニカルアロイング焼結材では、前述の如く摺動面のかなりの部分をPbで覆う。本願では、摺動面から見たPbの面積率が、摺動定常状態で約50%～約100%である。この面積率は配合されるPb量により左右されるが、通常は80～95%となることが多い。

以上の観察結果から、鉛相が密集して存在することが鉛のしみ出し面積を本質的に高め、摺動面の略全面を鉛で被覆することに重要な役割を果たしていることが分かる。このように鉛相を密集させるためには鉛の添加量、鉛相の寸法および形状を本発明が定義するところにより限定することが必要である。

以下、実施例によりさらに詳しく本発明を説明する。

(実施例)

水アトマイズ法で作った30%鉛を含む銅鉛合金粉末をステンレス製ポールを用いた高エネルギー

め、そのしみ出しが摺動方向へ流動して摩擦面を覆う様相に違った結果を招いている。

メカニカルアロイング粉焼結材とアトマイズ粉焼結材の表面の鉛のしみ出しを観察した結果をそれぞれ第3図(A)～(D)および第4図(A)～(D)に示す。図中、A, B, C, Dはそれぞれ10分後、30分後、60分後、120分後を示す。

メカニカルアロイング粉焼結材の鉛分布の細かいものは摺動時間で10分に満たないうちから摩擦面に鉛のしみ出しがあり(第3図(A)参照)、それらが表面を流動しながら近傍の鉛のしみだし流動につながり、次々にそのつながりが成長し摩擦方向に一本の筋となって現れ、そのすじ模様が集まって次第に摩擦面全面のかなりの部分を覆う縞模様に成長する(第3図(D)参照)。

これに対し、アトマイズ粉焼結材では摺動面の大部分が銅地として露出しており、わずかにPbの筋が観察されるのみである。その摺動表面から見たPbの筋の面積率は多くても40%前後(3

型ボールミル(アトライタ)にかけ、50時間のメカニカルアロイングを行って微細合金粉を作った。その組成は31.6%Pb, 0.91%Sn, Fe<0.055, Ni<0.05%, Sb<0.05%、残部Cuであった。アトマイズ後の合金粉およびメカニカルアロイング50時間後の合金粉の電子顕微鏡写真とEPMAによる鉛の分布を調べた結果、メカニカルアロイング合金粉では、鉛の分布をほとんど識別できないほどに組織が細かく均一になっていた。

メカニカルアロイング合金粉のX線回折結果は銅相手と鉛相ともに各格子面のピーク位置の変化は認められず銅と鉛とが原子の置換を起こすほどの合金化は起こっていないことを示した。

このようにして得た合金粉を4～5トン/cm³の加圧力で直径13φ厚さ約3mmの円板形状の圧粉体にして、水素ガス還元性雰囲気で700℃、60分間焼結し銅・鉛焼結体を得た。

メカニカルアロイングを行っていないアトマイズ合金粉についても同じ条件で焼結体を作り比較

材とした。

第1図、第2図はメカニカルアロイング合金粉の焼結組織とアトマイズ合金粉の焼結組織の光学顕微鏡写真をそれぞれ示す。メカニカルアロイング粉の焼結組織が非常に細かくなってしまい、アトマイズ粉焼結材はPbの網状組織が見られる。これらの組織の画像解析にかけた結果、鉛相の平均面積と平均粒径がメカニカルアロイング法の焼結材の方がそれをおよそ1/3および1/8になっていることがわかった。

(以下余白)

表1：画像解析による鉛相の平均面積と
平均粒径、および硬さ

試料	項目		
	鉛相平均面積(μm^2)	銅相平均粒径(μm)	硬さ(Hv)
アトマイズ粉焼結材	290	13.6	33.0
メカニカルアロイング粉焼結材	37.5	6.0	36.5

機械的特性としての代表として測定した硬さはメカニカルアロイング粉焼結材の方がアトマイズ粉焼結材より高くなっています。Pb分散層を微細にしたことによる強化が認められる。

また円筒平板試験機を用い、下記条件で摩擦係数および摩耗量の測定を行った。

潤滑油：灯油バス

温度：室温

軸：S45C焼入れ材（直径45mm）

軸表面粗さ：Ra0.8μm

荷重：9kg

軸回転数：273 rpm

速度：0.5 m/sec

時間：126分

アトマイズ粉焼結材とメカニカルアロイング粉焼結材の摩耗量を第5図に、30%Pb-Cuに対するPbのしみ出し面積率を第6図にそれぞれ示す。摩耗量はアトマイズ粉焼結材よりメカニカルアロイング粉焼結材の方が明らかに少なくかつ定常状態でのしみだし面積率も極めて高くなっている。

したがって、メカニカルアロイング粉焼結材は耐摩耗性に優れています。これは軸と軸受との間で固体接触が起こると接触部で温度が上昇し鉛がしみ出し、摩耗を抑制するためであると考えられます。

[発明の効果]

以上説明したように本発明の焼結材料の材料特性は低摩耗量と高負荷能力に特長があり、また軸受使用中には鉛等の軟質金属が軸受の接触面を全面を被覆することに特長がある。よって本発明の

摺動材料は高負荷・高出力の内燃機関用軸受材料や境界潤滑領域で使用される軸受材料として好適である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の焼結材料の金属顕微鏡写真、第2図は従来の焼結材料の金属顕微鏡写真、

第3図(A)～(D)は本発明の摺動材料の摺動後の表面のPb組織を観察した金属顕微鏡写真、

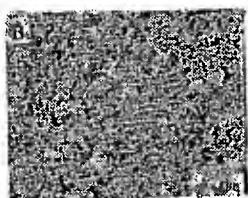
第4図(A)～(D)は従来の摺動材料の摺動後の表面のPb組織を観察した金属顕微鏡写真、

第5図はメカニカルアロイング粉焼結材料とアトマイズ粉焼結材料の摩耗量を示すグラフ、

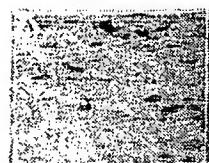
第6図はメカニカルアロイング粉焼結材料とアトマイズ粉焼結材料のPbのしみ出し面積率を示すグラフである。

特許出願人 大豊工業株式会社

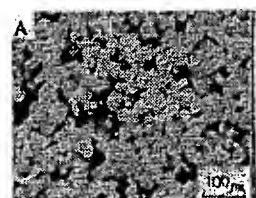
代理人 弁理士 村井 阜雄



第1図



第4図(A)



第2図



第4図(B)



第3図(A)



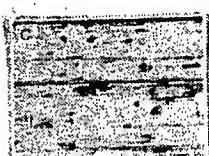
第3図(B)



第3図(C)



第3図(D)



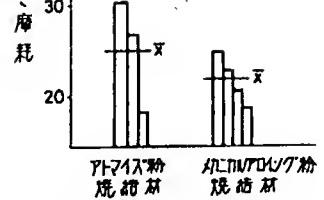
第4図(C)



第4図(D)



第3図(E)



手続補正書（方式）

平成 2年 9月12日

特許庁長官 植松 敏殿

1. 事件の表示

平成 2年 特許願第134183号

2. 発明の名称

滑動材料

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 大豊工業株式会社

4. 代理人

住所 〒113 東京都文京区本駒込一丁目10番5号

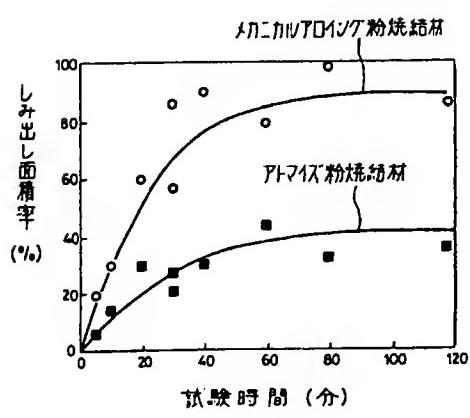
マキノビル 電話 947-7552

氏名 井理士(7752) 村井 卓雄



5. 補正命令の日付

平成 2年 8月 25日 (発送日) 万式審査



6. 補正の対象

明細書の「図面の詳細な説明」の欄

7. 補正の内容

明細書第18頁、第5行から第11行を以下のように補正する。

『第1図は本発明の焼結材料の金属組織を示す顕微鏡写真、

第2図は従来の焼結材料の金属組織を示す顕微鏡写真、

第3図(A)～(D)は本発明の摺動材料の摺動後の表面の
Pbを観察した金属組織を示す顕微鏡写真、

第4図(A)～(D)は本発明の摺動材料の摺動後の表面の
Pbを観察した金属組織を示す顕微鏡写真、』